

文章编号:1007-2780(2009)01-0038-05

# 等离子显示技术的新进展

沈思宽<sup>1</sup>, 张小宁<sup>2,3</sup>, 黄金福<sup>2</sup>

(1. 创维集团研究院 第一研究所, 深圳 518106, E-mail: znn@mail.xjtu.edu.cn;  
2. 西安交通大学 电子物理与器件教育部重点实验室, 陕西 西安 710049; 3. 彩虹集团公司 技术中心, 北京 10085)

**摘 要:** 介绍了等离子显示屏的单元结构、放电机理、驱动技术以及图像处理技术等方面的研究内容和重要进展, 对等离子显示器发光效率达到 5 lm/W 和 10 lm/W 时, PDP 可能的单元结构以及引起的亮度、功耗、驱动电路系统架构的变化进行了分析, 特别是对 PDP 成本的变化趋势进行了预测。

**关 键 词:** 等离子体显示器; 单元结构; 发光效率; 驱动方法; 图像处理  
**中图分类号:** TN873 **文献标识码:** A

## 1 引 言

2006 年以前, 业界一直认为 81 cm(32 in) 以下的平板显示市场属于液晶显示器(LCD), 而 94 cm(37 in) 以上则是等离子显示器(PDP)的天下。但最近 2 年来, LCD 在大尺寸制造、画质改善(视角、响应时间和对比度等)、降低成本等方面进展迅速, PDP 市场受到了强烈的挤压。2006 年的世界电视机市场, LCD TV 销售了 800 万台, PDP TV 为 900 万台; 到了 2007 年, LCD TV 大获全胜, 销量达 7 200 万台以上, 而 PDP TV 仅止于 1 200 万台, 即便是 102 cm(40 in) 以上的市场, LCD TV 的销售也占有相当的优势, PDP 好像真的要成为大屏幕电视中的过渡产品<sup>[1]</sup>。

虽然目前 PDP 在市场竞争中处于劣势, 但是多数人仍然认为它是 CRT 电视的自然替代品, 其原因主要在于 PDP 是以荧光粉为基础的主动发光, 具有自然的全彩色显示、宽视角以及良好的运动画面显示效果。提高 PDP 竞争力的关键是压缩成本、降低功耗和提高显示的图像质量。PDP 所存在的问题几乎都可以归结到 PDP 的低发光效率。只要提高了发光效率, PDP 的高清晰度、亮度、功耗、亮室对比度、灰阶显示能力、EMI、发热、可靠性、制造成本等都可以得到根本性的改善<sup>[2,3]</sup>。

## 2 等离子电视的技术进展

要想提高 PDP 的发光效率和性能并降低制造成本, 需要从 PDP 显示屏的物理结构、放电机理、驱动方法以及图像处理等几个方面进行全面的研究。

### 2.1 单元结构

图 1 所示为 PDP 单元结构示意图。T 型电极、Deep Waffle 单元结构、晶体发射层(CEL-Crystal Emissive Layer)以及加厚介质层的应用是近年来单元结构设计方面最重要的进展<sup>[3-5]</sup>。Waffle 障壁结构在单元的 5 个面都涂覆荧光粉, 将金属汇流电极放在障壁里, 并在前基板涂上黑条。Deep Waffle 结构将原来的障壁高度由 90  $\mu\text{m}$  变成 120  $\mu\text{m}$ , 以增大放电空间。如图 2 所示, 也有公司采用三角形的障壁结构和弯曲的电极结构, 将金属电极藏在障壁下面。

上述两种单元结构的主要作用如下:

- (1) 障壁将相邻单元空间隔离, 防止单元间放电串扰和串色;
- (2) 荧光粉涂覆面积增大, 提高了水平方向的分辨率和像素发光亮度;
- (3) 可以消除相邻单元的漏光现象, 提高暗室对比度;
- (4) 障壁高度增加可使放电空间变大, VUV

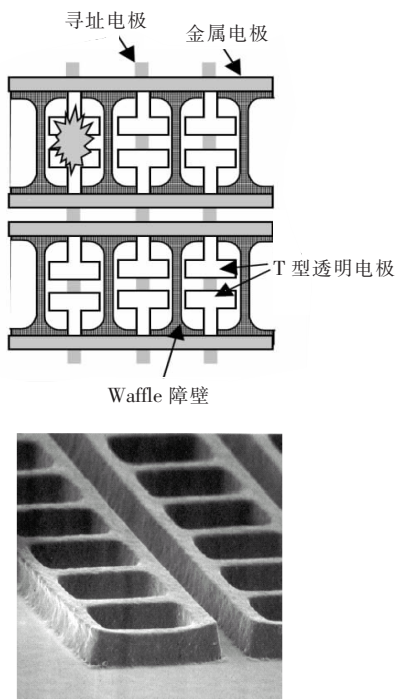


图 1 Waffle 障壁与 T 型电极的结合

Fig. 1 Combination for Waffle rib and “T”-shaped electrodes

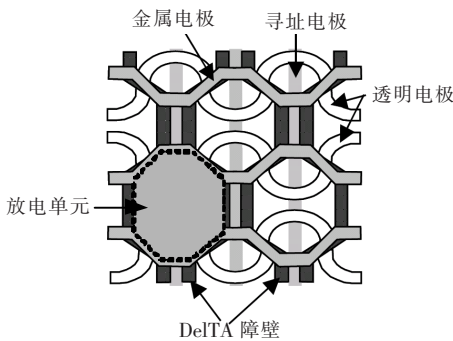


图 2 DelTA 障壁与 Meander 电极的结合

Fig. 2 Combination for DelTA rib and Meander electrodes

激发量增加，发光效率得以提高；

(5) T 型电极的采用可使准备期和寻址期用弱放电完成，提高了暗室对比度；

(6) 不透光的金属电极藏在障壁下面并加上黑条，对外界光的反射率可降低 10% 以上，有效地提高了亮室对比度；

(7) 晶体发射层是在 MgO 保护膜的上上面新增加一种涂覆材料(SrCaO)，可提高二次电子发射，增加放电单元的初始电子数量，减少放电延

迟，目前寻址一行的时间最快只需 0.7  $\mu$ s。

2.2 放电机理

PDP 放电机理的研究主要涉及气体配比和放电间隙等方面，和单元结构密切相关。目前，放电混合气体中的 Xe 含量已由 3%~6% 提高到了 15%~20%，同时放电间隙的扩大或者放电区域的拉长也提高了 Xe 的激发率。VUV 的激发量，特别是不易被障壁吸收的 174 nm 的紫外光的激发量大幅增加。虽然这会导致驱动电压变大，但配合电极、障壁结构、新材料以及新型驱动方法的应用，仍可实现低压驱动。图 3 是日本先锋公司发明的寻址和显示单元分离的单元结构(ASSC)示意图<sup>[6-8]</sup>，其中 Xe 的浓度高达 30%，配合晶体发射层和控制单元，驱动电压得以降低，发光效率可以达到 3.0 lm/W，明显高于一般商用 PDP 1.5~2.0 lm/W 的发光效率。另外，由于准备期和寻址期的发光完全被遮挡，形成“纯黑驱动”，暗室对比度得到提高。采用这种结构，寻址电压可以降低到 40 V，明显低于原来的 65 V<sup>[9]</sup>。

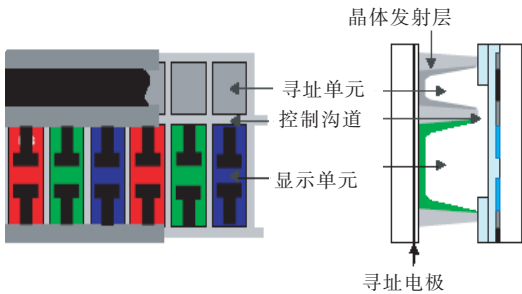


图 3 ASSC 单元结构

Fig. 3 Cell structure of ASSC

另外，韩国三星公司通过将放电区域扩大到正柱区也大幅提高了发光效率。2006 年，日本的高级等离子体显示中心 (APDC) 已经开发出了 5.7 lm/W 的小屏幕 PDP；现在，APDC 实验室产品的发光效率已达到了 8.7 lm/W。松下公司与先锋公司技术合作以后，准备在 2009 年推出 5 lm/W 的商用 PDP 产品。

2.3 驱动技术

PDP 驱动技术的研究主要是配合屏的单元结构，减少准备期和寻址期的放电次数和强度，提高寻址、维持放电的稳定性和实现高速驱动，提高 PDP 的动态图像显示效果。

ADS 驱动方法解决了 PDP 的灰度显示问

题。但由于每个子场都需要准备期和寻址期,所以维持显示期的占空比较低。维持显示期的占空比低导致像素发光亮度较低,也容易产生动态假轮廓现象。

CLEAR 是消除动态假轮廓最有效的驱动技术之一<sup>[8]</sup>,super-CLEAR 是对 CLEAR 技术的改进。CLEAR 的驱动原理如图 4 所示,具有用各个子场维持发光的“单纯累积”来实现多灰度的特征。在一场内,每个显示单元只有一次准备期和选择擦除寻址,并且只在第一子场 SF1 的开始有一个准备期发光,使全屏所有显示单元处于点亮状态,然后根据显示数据在每个子场进行选择擦除放电寻址。在维持期,未被选择的单元处于熄灭状态,不再发光,没有进行过擦除放电的单元进行放电发光。由于 CLEAR 驱动方法在一场中的维持放电发光是连续的,因此从原理上消除了动态假轮廓现象。CLEAR 驱动方法可以实现的灰度级为“子场数+1”,令每场中各个子场的维持脉冲数发生变化,可以使实现的灰度级增加。另外,采用抖动和误差扩散对图像数据进行处理,也可以弥补灰度级不足问题。

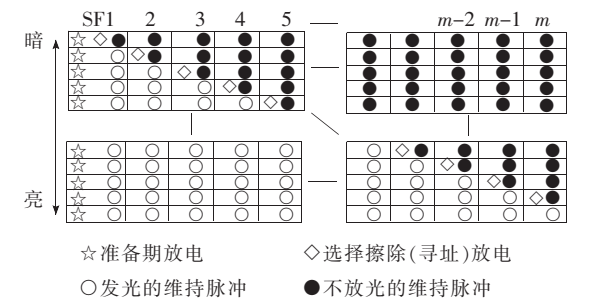


图 4 Super-CLEAR 驱动方法及其灰度实现

Fig. 4 Driving method of super-CLEAR and its gray scale realizing

除 CLEAR 驱动方法外,富士通 e-ALIS 和 Teres 驱动方法的结合,也可以提高显示的水平分辨率,降低驱动电压,从而降低电路成本;而寻址和驱动能量恢复电路的研究,则可以有效管理和降低 PDP 的功耗。

## 2.4 图像增强技术

典型的图像增强技术主要有松下 的自适应亮度增强技术(Plasma AI)<sup>[10]</sup>, NEC 的峰值亮度增强技术(PLE)和彩色胶囊滤波器等<sup>[11]</sup>。

Plasma AI 技术的基本思想是:在图像信号

的平均电平较低时,采用较少的子场,使维持脉冲数增加,提高峰值亮度。在图像信号平均亮度较低时,自适应亮度增强技术对提高图像质量很有效,图像假轮廓较小,PDP 的功耗可保持在较低的水平。图像信号的平均电平较高时,采用较多的子场可有效减轻动态假轮廓。由于平均亮度较高,通过进一步提高亮度改善图像质量已没有明显的效果,这时限制维持脉冲数使功耗保持在一个合适的水平上就显得更为重要。Plasma AI 方法使峰值亮度比以前提高约 50%,图像质量接近 CRT,在提高图像质量的同时使功耗达到设计要求。

NEC 的 PLE 技术采用的是根据某一子场负载的轻重而优化维持周期的方法。当某子场的负载较大时,最小维持电压会增加,维持周期的时间必须足够长才能保证放电稳定;而在负载较小的子场,维持放电时间就可以缩短。因此,该技术在负载轻的子场可以增加维持脉冲数,在负载重的子场则通过扩展维持周期的时间实现稳定放电。

## 3 等离子显示技术的前景

图 5 是 PDP 发光效率、亮度发展的趋势图<sup>[1,3]</sup>,目前商用化 PDP 的发光效率已经达到 2~2.5 lm/W,全白场的亮度为 200~250 cd/m<sup>2</sup>。先锋公司与松下研发部门整合,计划于 2009 年初推出发光效率为 5 lm/W,全白场亮度 400~500 cd/m<sup>2</sup> 的 127 cm(50 in)的 PDP。

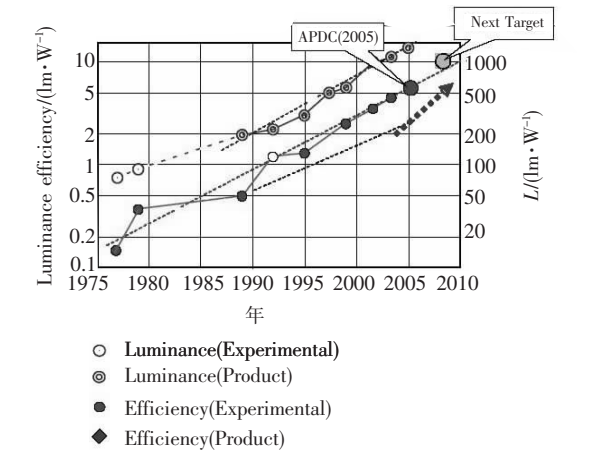


图 5 PDP 光效提高趋势

Fig. 5 Improving trend of luminance efficiency PDPs

### 3.1 5 lm/W 技术的影响

当 PDP 的发光效率提高到 5 lm/W 以上时,

其性能和成本都会发生很大的变化。主要表现在以下几个方面:

(1)高亮度和低功耗

全白场亮度可以达到  $400\sim500\text{ cd/m}^2$ , 接近 LCD 的水平, 且仍能保持纯黑驱动和高对比度显示(目前已达到  $30\,000:1$  以上)。如仅要求维持目前的亮度水平, 则功耗可降低  $50\%$ 。

(2)提高明室对比度和灰阶显示能力

亮度高到一定程度, 可以增加显示屏的黑底或者使用有颜色的玻璃以减少外界光的反射, 提高明室对比度; 还可以增加子场数, 提高灰阶的表现能力, 减少动态假轮廓, 获得更平滑的灰度级。

(3)减少 EMI 的发射和发热

PDP 驱动时, 电流流过电极会产生 EMI。光效的提高将减小驱动电流, 从而使 EMI 的发射和发热均同比减小, 使结构简化, 电路的散热成本降低。

(4)电路简化及电路成本降低

光效提高, 可降低寻址、维持所需电压。寻址电压可由  $50\sim60\text{ V}$  降低到  $30\text{ V}$ ; 电流将降低  $30\%$ ; 维持电压将由  $180\sim220\text{ V}$  降低到  $120\sim140\text{ V}$ 。电压和电流的降低可使驱动 IC 的制造成本下降, 使用 IC 数量减少, 电路成本可降低约  $20\%$ 。另外, 电源的成本也可以降低约  $50\%$ 。

虽然以上的改进和提高对 PDP 显示屏的制造过程及成本没有太大改观, 但现在 PDP 的电路成本占到了 PDP 模组的  $65\%$  以上, 因此, 电路成本的降低可大幅增加 PDP 的竞争力, 在与同样尺寸的 LCD 的竞争占据一定优势。

PDP 与 LCD 相比还有另外一项巨大的优势, 就是其生产线的投资成本要远小于 LCD。

3.2 PDP 可能的新结构

$5\text{ lm/W}$  是目前公开报道的各种 PDP 单元结构中所能达到的极限发光效率, 要想进一步提高, 在器件的单元结构和放电机理方面必须有革命性的变革<sup>[2, 12]</sup>。PDP 面板的大部分功耗都是由激发气体放电产生的, 如果气体被激发而不放电, 等离子体的效率就会得到极大提高。图 6 所示为一种新型的器件结构, 结合了场致发射显示(FED)思想, 采用一个阳极和一个发射端来替代原来的电极, 电子从发射端出来后被阳极加速, 和气体碰撞, 激发气体发出紫外线。这种结构制作并不困

难, 困难在于寻找到合适的材料。现在还没有找到在非真空状态下容易发射电子的发射端材料, 而这种非放电气体激发方法只有在材料方面取得突破性进展后才可能实现商业化。

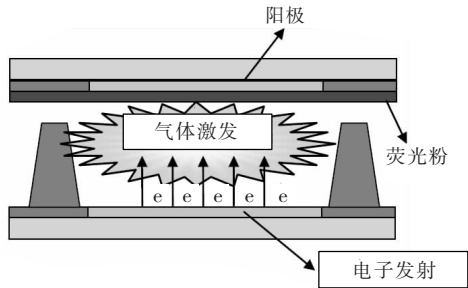


图 6 无放电的气体激发

Fig. 6 Gas excitation without discharge

如果上述单元结构和放电机理的革命性变革取得成功, 商业化 PDP 的发光效率将可提高到  $10\text{ lm/W}$ 。届时,  $107\text{ cm}(42\text{ in})$  高清 PDP 的亮室对比度将提高 4 倍, 功耗将低于  $100\text{ W}$ , 而成本同 2007 年相比则可以降低  $80\%$ 。特别值得提出的是, 寻址电压和电流会降低  $20\%\sim30\%$ , 即低于  $20\text{ V}$ , TFT PDP 将成为可能, 电路成本可以下降到和 LCD 一样的水平并可享受到低成本 CMOS 工艺带来的好处。另外, PDP 驱动电路的高度集成也可能得到实现。与目前 PDP 的电气成本相比, 寻址和扫描 IC 的成本将只有目前的  $50\%$ , 寻址板将不再需要, 驱动板成本会下降  $20\%$ , 简化的两电极结构会使逻辑电路成本也降低  $30\%$ 。

4 结 论

虽然近年来 PDP 的增长速度有所放慢, 同时还面临着 LCD 的激烈竞争, 但是 PDP 的前景依旧是乐观的。随着亮度和发光效率的提高, 以及运动图像分辨率测试方法的推广, PDP 将会比 LCD 有更多潜在的成本降低和性能改善的优势, 运动图像显示效果将尤为突出。PDP 现在虽然正处于相对的低潮期, 但随着各厂家技术的融合与进步, 性能优异的  $107\text{ cm}(42\text{ in})$  全高清和  $127\text{ cm}$  以上超薄 PDP TV 已经开始了商品化, PDP 的竞争力正在逐步恢复与显现。一旦  $10\text{ lm/W}$  的技术在产品上得以实现, 与 LCD 相比, PDP 在价格和性能上将具有压倒性的优势。

## 参 考 文 献:

- [ 1 ] 黄铭章. 从近期 PDP 技术突破看未来 FPD TV 新竞争 [N]. 电子时报, 2008-02-15(3).
- [ 2 ] 冯志庆, 王淑荣, 王晓君, 等. PDP 荧光粉的相对亮度与 VUV 激发光谱的测量 [J]. 光学精密工程, 2008, 16(1): 59-63.
- [ 3 ] Ross Y, Chung Y S. The future still looks bright for plasma TVs; dramatic cost reductions and significant performance improvements lie ahead [EB]. The Display Search Whitepaper, 2007.
- [ 4 ] Tsutomu T, Hideto N. Development of a new driving method for AC-PDPs [R]. Tokyo, Japan; Pioneer R&D, 2001.
- [ 5 ] Amemiya K, Komaki T, Nishio T. High luminous efficiency and high definition coplanar AC-PDP with "T"-shaped electrodes [C]//*Proc. IDW'98*, Sendai, Japan; Mikoshiba S, 1998: 531-534.
- [ 6 ] Uchidoi M. Technology of high image quality for a plasma displays (PDPs) [R]. Tokyo, Japan; Pioneer R&D, 2004.
- [ 7 ] Chung W J, Shin B J. Mechanism of high luminous efficient discharges with high pressure and high Xe content in AC PDP [J]. *IEEE Trans. on PS*, 2003, 31(5): 1038-1043.
- [ 8 ] Uchidoi M. Attempt for high luminous efficacy PDPs [R]. Tokyo, Japan; Pioneer R&D, 2008.
- [ 9 ] Ajiki H, Negoro Y. High luminous efficiency and low black luminance AC PDP with address space separation cell structure [C]//*Proc. Int. Display Workshop, IDW*, Otsa, Japan; Shimodaira Y, 2006: 1789-1792.
- [10] Kyung C C. A new AC plasma display panel with auxiliary electrode for high luminous efficacy [J]. *IEEE Tran. ED.*, 2007, 54(2): 210-218.
- [11] Kasahara M, Ishikawa M, Morita T, *et al.* New drive system for PDP with improved image quality: plasma AI [C]//*Proc. Society for Information Display*, San Jose, USA; Wisnieff Robert L, 1999: 158-161.
- [12] Takeuchi M, Ueda T, Asao S, *et al.* The peak luminance technology with maintain stable driving [C]//*Proc. Int. Display Workshop*, Hiroshima, Japan; Naemura S, 2002: 745-748.
- [13] Hyoung B P, Seung H S, Sang H J, *et al.* Display apparatus: US patent, 0231682 A1 [P]. 2007-10-18.

## New Progress of Key Technologies in PDPs

SHEN Si-kuan<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-ning<sup>2</sup>, HUANG Jin-fu<sup>2</sup>

(1. Institute of Skyworth Group R&amp;D Academy, Shenzhen 518106, China, E-mail: znm@mail.xjtu.edu.cn;

2. Key Laboratory of Physical Electronics and Devices of Ministry of Education, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

3. Technology Centre of IRICO Group, Beijing 100085, China)

## Abstract

The key factors which limit plasma display panel (PDP) development are luminous efficiency, power consumption and cost. The research and improvement about cell structure, discharge mechanism, drive technology, and image procession are introduced. The cell structure supposed of PDP is introduced and discussed when the luminance efficiency reaches to 5 lm/W and 10 lm/W. And luminance, power consumption, the architecture of drive circuit system, especially for the cost are also discussed and forecasted.

**Key words:** plasma display panel; cell structure; luminous efficacy; driving method; image processing

**作者简介:**沈思宽(1969—),男,陕西渭南人,博士,高级工程师,主要从事 PDP 电视以及液晶电视的研究与设计工作。